

A-702b

Energia jäädavuse ja hajumise seadus

Prof. O. D. Chwolson'i järelle



Noor-Eesti Kirjastus, Tartus 1920.



1930:272

4815

J. Mäilo trükk, Tartus.

A-7028

i 14547752



Energia jäädavuse ja hajumise seadus.

Meie tunneme kolme põhiseadust, mis kõikide looduse nähtuste üle valitsevad, nimelt: aine jäädavuse seadus, mis ütleb, et üheski füüsilises ega keemilises protsessis aine ei hävine ega teki uuesti; energia jäädavuse seadus ja energia hajumise seadus. Järgnevate ridade otstarve on kaht viimast seadust, mis energia ehk jõu kohta käivad, ligemalt tundma õppida. Nende kahe viimase seaduse suur tähtsus seisab selles, et nad kõikide, meile tuntud maailma, universumi osas ettetulevate, nähtuste kohta maksivad on; nende kahe seaduse alla käivad kõik elava ja surnud looduse nähtused ja protsessid. Need on tõepoolest ülemaailmalised, universaalsed seadused, kus me sõnaga „maailm“ tähendame seda osa ruumist, mis on meie vaatlemistele kättesaadav, kuid mitte mingil tingimisel kõike maailma, kõike seda, mis üleüldse olemas. Temast meie midagi ei tea, ei või midagi kindlat tema kohta ütelda, ja sellepärast peame temast rääkides oma otsustes ettevaatlikud olema.

Kui küsida, mis tähendatakse sõnadega „jõud“ ehk „energia“, siis võime selle päale väga lihtsalt vastata: jõud ehk energia on keha võime tööd teha, s. o. takistusi ületada. Vaatame ligemalt järele mõned nähtused, protsessid, kus töötegemine esineb. Üks lihtsamatest

seada laadi nähtustest ja kõigile tuntud on keha ülestõstmine. Kehade tõstmisel tööd tehes ületame raskusetungi; mida raskem keha ja mida kõrgemale ta tõstetakse, seda suurem on tõstmisel tehtud töö. — Kui varba painutada, paneb tema oma kaju muutmisele vastu; painutamisel ületatakse see takistus, järjekult tehakse tööd. Sama nähtus sünnib vedru väljavenitamisel, kokkusurumisel ja keerutamisel (näit. kella vedru). Et kõva keha katki rebida ehk murda, tuleb ületada kohäsiooningid, mis mõjuvad keha üksikute osakeste vahel, neid üksteisega sidudes; sama nähtus sünnib ka siis, kui me muudame keha osade esialgset seisukohta üksteise suhtes, ehk nõrgendame keha osakeste vastastikust sidet üksteisega, näituseks kõva keha sulamisel ehk vedela keha auramisel. Ka neil juhtumistel tehakse tööd, mis ära kulub kohäsiooningide ületamiseks. Järgmiseks näituseks võivad olla mitmed, ehk küll mitte kõik, keemilise lahutamise juhused. Nagu teada, seisab iga veeosake (-molekuul) koos kahest vesiniku ja ühest hapniku aatomist. Et vett tema alkosadeks — vesinikuks ja hapnikuks — lahutada, on tarvis teatud hulk tööd ära teavitada, et ületada need keemilised tungid, mis aatomid seovad. Iga liikumise korral maapinnal on meil tegemist mitmesuguste hõõrumistungidega ja õhu takistusega, mis püüavad liikumist seisma panna. Seesama sünnib ka vees liikumisel; iga liikumisega käib kaasas töötegemine. Kui keha paigalolekust hakkab liikuma, ehk kui liikuva keha kiirus kasvab ehk kahaneb, siis ületub nõndanimetatud keha inerts ja jällegi on meil tegemist tööga.

Viimase näitusena võtame töö, mis tehakse, kui me kaugendame üksteisest kaht vastastikku tõmbuvat keha (kahe magneti isenimelised poolused ehk kaks isenimeliselt elektriseeritud keha), ehk kui me lähendame üksteisele kaht keha, mis üksteist eemale tõukavad (samanimelised magneti poolused ehk samanimeliselt elektriseeritud kehad).

Tõime terve rea näitusi, mis töö mõistet selgitavad; nüüd võime energia mõiste ligemale tundmaõppimisele asuda, mida me defineerisime kui keha võimet tööd teha. Juba kõige pääliskaudsemgi meie ümber sündivate nähtuste vaatlemine näitab meile, et on olemas kehad, mis võivad tööd teha. Mõnedel juhtumistel ei ole töötegemise-võime ainult mõne üksiku keha, vaid kehade süsteemi omadus, kusjuures me kehade süsteemi all mõistame kogu kehasid, üksteisega teatud viisil seotuid. Selge on, et iga liikuv keha võib tööd teha. Tõepoolest kõige oma liikumise jooksul võib tema mitmesuguseid takistusi ületada, mis teda püüavad seisma panna. Ületatava takistuse suurus oleneb keha raskusest ja tema liikumise kiirusest. Suurtükikuul tungib läbi laeva soomuse; kerge, aeglaselt liikuv keha suudab, võib olla, vaevalt ämbliku võrgust läbi minna, — kuid temalgi on, ehk küll väikesel määral, võime tööd teha. Kuum aur veduri katlas võib ka töövõimulise keha kohta näituseks olla. Raske keha, mis teatud kõrgusele maapinnast üles tõstetud, kuid kõie ehk keti abil masinaga ühendatud, võib langedes selle masina käima panna ja nõnda viisi tööd teha. Seda keha ehk kehade süsteemi võimet tööd teha nimetamegi jõuks ehk energiaks. Järjekult, liikuvast kehast, kuu-

mast aurust katlas, ülestõstetud raskusest j. n. e. võime ütelda, et neis kehaes on energiät. Tuleb vahet teha kaht liiki energia : kineetilise ehk liikumise- ja potentsiaalenergia vahel. Kineetilise energia puhul on meil alati tege- mist liikumisega ; lihtsaks näituseks selle kohta on, näit., suurtükikuuli nähtav liikumine. Vesi ja tuul, mis veskikivid liikuma panevad, on ka hääks näituseks kineetilisest energiast, s. o. liikuvate kehade võimest tööd teha. Praegu valitseva vaate järele pole soojus ka muud mi- dagi, kui liik kineetilist energiät, sest et tema, soojus, on sünnitatud molekουλide nägematuist liikumisist. Kahtlemata kuuluvad ka elektrivool ja kiirgav energia kineetilise energia liikide hulka, kusjuures me „kiirgava“ energia all mõistame nähtavate (valgus) ja nägematute kiirte energiät ; nägematute kiirte hulka kuuluvad, näituseks, nõndanimetatud infrapunased (puna- eelsed) ja ultraviolet (lillatagused) kiired, nii- sama ka elektri kiired, mis praegusel ajal traadita telegraafis nii suurt osa etendavad. Potent- siaalenergia juhtumisel ei olene keha võime tööd teha mitte tema liikumisest, vaid sellest, kuidas on asetatud terved kehad ehk ühe ja sellesama keha osad üksteise suhtes.

Ülestõstetud raskusel on potentsiaalener- giät. Seesama käib ka painutatud vetruva varva ehk väljavenitatud vedru kohta, sellepärast et varva ja vedru osakesed on siis üksteise suhtes teisiti asendatud, kui varb oli painutamata ja vedru väljavenitamata. Kaks ainet, mis võivad keemiliselt ühineda, omandavad, üheskoos võe- tud, sagedasti potentsiaalenergiät, nagu, näitu- seks, süsi ja teda ümbritsev õhu hapnik. Kui need kaks ainet keemiliselt ühinevad, s. o. kui

süsi põleb, siis võib seda nähtust töötegemiseks ära kasutada, nagu me seda aurumasina juures näeme. Võiks ju veel teisigi näitusi potentsiaalenergia kohta ette tuua, kuid ehk jätkub neistki.

Iseenesest mõista, et ei tohi ära segada keha võimet tööd teha tööpoolest tehtava tööga. Vaatame nüüd ligemalt järele, mis siis sünnib, kui töövõimeline keha, s. o. keha, milles on energiat, tööpoolest tööd teeb. Lihtsad igapäevased vaatlemised tõendavad meile siin kaks tähtsat väidet.

I v ä i d e. Iga kord kui mingisugune töövõimeline keha (ehk kehade süsteem) tööd teeb, väheneb vastavalt tema võime edaspidi tööd teha.

Tööpoolest, kui näituseks liikuv keha tööd teeb, s. o. takistust ületab, väheneb tema liikumise kiirus; kui ta töötegemist jätkab, siis peab ta viimati ometigi seisma jääma; tema töövõime saab otsa, muutub nulliks. Soojus kaob tööd tehes ära: kuum aur, kui tema kanni aurumasina silindris liigutab, jahtub ära. Ülestõstetud keha langeb tööd tehes allapoole. Pingule tõmmatud vedru kaotab tööd tehes pikkamisi oma pinguloleku; süsi ja hapnik, ühinedes keemiliselt, kaotavad oma töötegemise võime. Nõnda näeme, et keha energia väheneb, kaob, kui keha tööpoolest tööd teeb. See asjaolu juhhib meid energia tagavara mõiste juure, mille suurust mõõdetakse selle töö hulgaga, mis keha suudab teha. See energia tagavara võib määramata aja muutmata seista; niipea aga kui selle tagavara kulul hakatakse tööd tegema, hakkab see tagavara vähenema ja võib ka täiesti otsa saada.

II väide. Iga kord kui tööd tehakse, tekib teatud uus energia tagavara, mis on ekvivalentne töötegemisel ära kulutatud energia hulga; see tähendab, teda ära tarvitades võime saada niisama palju tööd kui endise antud energia tagavara arvel.

Meie tööme eespool terve rea näitusi töötegemise kohta; katsume nende põhjal nüüd selgusele jõuda, et töötegemise tagajärjena alati teatud energia tagavara tekib. Kui me keha üles tõstame, siis tekib ülestõstetud keha potentsiaalenergia; kui painutame varba, venitame välja ehk surume kokku vedru, saame deformeeritud vetruva keha energia. Kui aatomid, millest molekuul koos seisab, üksteisest eralduvad, tekib keemiline potentsiaalenergia; kui ületame hõõrumist, siis ilmub tagajärjena kineetiline energia — soojus; kui paigaloleva keha paneme liikuma, siis tekib liikuva keha kineetiline energia.

Mõlemaid väiteid kokku võttes saame järgmise pildi: kui keha tööd teeb, siis kulub tema energia tagavara kas kõik ehk osalt selleks töötegemiseks ära, kuid selle asemele tekib teine, esimesele oma suuruse poolest võrdne, tagavara mingisugust teist energiat. Resultaadina saame järjekult ühe energia tagavara moondumise teiseks, temale võrdseks. Meid ümbritsevates nähtustes on meil alati tegemist ühe energia liigi moondumisega teiseks, mille juures aga energia üleüldine summa muutumatuks jääb; mitte kunagi ei kao energia jäljetult, ialgi ei ilmu tema „mitte millestki“. Neis sõnades sisaldub energia jäädavuse seadus: energia, niisama ka aine on hävinematu. Kuid tema võib ühest kujust teise üle

minna, ja need alatised üleminekud ongi põhinähtuseks, mis meie ümber sünnib. Kõige ülevalitseb suur puhasmatemaatiline seadus, mis ütleb, et nähtuste lõpmata mitmekesisuse ja esialgu meile paistva kaootilise segaduse juures juhib kõiki neid nähtusi siiski kõrgem üleüldine printsiip, mis nende hulgalise, kvantitatiivse külje kindlasti ära määrab. Jõu, energia jäädavuse seadus läheb sisuliselt lahku aine jäädavuse seadusest. Viimane seadus õpetab meid, et kõige pisemad aine osad on hävinematud, et need kehade väikesed osad mitmesugustes füüsilistes ja keemilistes protsessides muudavad ainult oma kohta ruumis, oma grupeerimist üksteise suhtes. Teine lugu on jõuga. Iga üksik jõutagavara kaob, kui tema kulul tööd teha, ja asemele ilmub uus, teist liiki jõu tagavara, mis endisega ühevääriline, ekvivalentne.

Kui kineetilise soojuse energia kulul tõstatakse üles keha, siis kaob ära soojuse energia ja tema asemele ilmub ekvivalent hulgas ülestõstetud keha potentsiaalenergia. Jäädavusest, hävinematuses võib siin ainult abstraktses mõttes kõne alla, sest et uuesti tekkinud energia läheb oluliselt sellest lahku, mis kadus, ja tema kandjaks on hoopis teine keha.

Energia jäädavuse seadusest järgneb, et perpetuum mobile ehitamine on võimatu. Selle all ei mõelda mitte, nagu harilikult sünnib, keha, mis võib igavesti liikuda, vaid perpetuum mobile on keha ehk masin, mis võib igavesti liikuda ja selle juures ka tööd teha. Niisuguse masina ehitamine on võimatu, sest võime tööd teha kaob kohe, kui selles kehas peituv energia tagavara töötegemiseks on ära

kulunud. Lõpmata suure energia tagavaraga varustatud kehasid meie aga kahjuks ei tunne.

Elava looduse nähtustes, psüühilistes nähtustes ei ole senni midagi leitud, mis energia jäädavuse seadusele vastu käiks, sest neis nähtustes ei ole veel kunagi tähele pandud energia hävinemist, ei ka mitte millestki tekkimist. Mitmesugused katsed aga, mahutada kõik need nähtused täiesti energia jäädavuse seaduse raamidesse, s. o. neid ära seletada energia ühest liigist teise ülemineku abil, ei ole veel senni vastuvõetavaid lõpulikke tagajärgi annud.

Energia jäädavuse seadus on maksev üks kõik kui suure energia tagavara kohta. Kui kujutame enestele ette ühe piiratud osa ruumist, olgu ta nii suur kui tahes, temas peituvat energia üleüldine kogusumma on jäädav, kui sellesse ruumi ei voola väljastpoolt sisse uued energia tagavarad (näit. soojuse, liikuvate kehade ehk kiirgava energia kujul) ehk kui temast energia välja ei voola.

Kuid täitsa lubamata on tarvitada seda seadust kogu maailma kohta, s. o. kõige selle kohta, mis üleüldse olemas, kui päälegi veel seda maailma „lõpmata“ suurena ette kujutada. Niisugune maailm on väljaspool meie mõistuse piirisid ja ei või mingil tingimisel loodusteadusliste uurimiste objektiks olla. Maailmast tema kõiksuses ei tea meie midagi, tema omadused on meil tundmatud, ja sellepärast on ka kõik harutused maailma aine ja energia kogusumma jäädavusest otstarbetud ja mitteteaduslikud.

Katsume nüüd teist neist kahest, mille tundmaõppimiseks käesolevad read määratud, nimelt energia hajumise seadust, ligemalt tundma õppima. Teda nimetatakse ka

teiseks termodünaamika põhilauseks ehk entroopia seaduseks. Et entroopia mõiste täpikäalne äramääramine raskesti sünnitab, siis ei tarvita meie edaspidi seda teise põhilause nimetust. Meie nägime, et esimene neist kahest seadusest määrab ära nähtuste kvantitatiivse, hulgalise külje ja vastab küsimusele, kuidas sünnivad nähtused. Kui palju soojust, näituseks, on tarvis kulutada, et antud keha tõsta antud kõrgusele? Kui palju soojust peab tekkima, kui antud liikumine hõõrumise mõjul ära kaob? Kuid see seadus ei anna mingisugust vastust tähtsa küsimuse kohta: mis sünnib siis tõepoolest looduses? Missugused energia muundumised on tõepoolest olemas? Missuguses sihis arenevad meid ümbritsevad nähtused? „Sihi“ mõistet tarvitame siin järgmises tähenduses: oletame, et meie vaatleme mingisuguse antud energia liigi muundumist teiseks liigiks; me räägime siis, et see nähtus sünnib teatud sihis. Kui aga, ümberpöörduvalt, teist liiki energia tagavara muundub esimest liiki energiaks, siis räägime, et nähtus sünnib vastupidises sihis. Nõnda, näituseks, soojust võib ära tarvitada töötegemiseks, mille tagajärjel ilmub mõnes ülestõstetud kehas potentsiaalenergia; vastupidise sihiga nähtuse saame, kui seesama ülestõstetud keha alla langeb ja tema energia hõõrumise ehk põrkamise mõjul muundub soojuseks. Edasi võime rääkida „sihist“ siis, kui sünnib energia tagavarade ümberasendamine ruumis, s. o. tema minek ühest kohast teise. Oletame, et teatud soojuste tagavara on jaotatud kahe keha vahel nõnda, et üks neist soem on kui teine. Me võime siis soemalt kehalt

osa tema soojusest ära võtta ja külmemale kehale anda. Kuid ka vastupidine „siht“ samal nähtusel on võimalik: me võime külmemalt kehalt osa tema soojusest ära võtta ja anda, ehk küll kaudsel teel, soemale kehale.

Nagu juba tähendatud, ei räägi meile energia jäädavuse seadus midagi sihist, milles nähtused tõepoolest arenevad. Selle seaduse jaoks on mõlemad sihid üheväärilised; ta ei ütle meile midagi sügavast vahest nende sihtide vahel; selle seaduse suhtes on mõlemad sihid mitte ainult ühte viisi mõeldavad, vaid ka ühte viisi võimalikud.

Põhiküsimuse pääle sihi kohta, milles tõepoolest nähtused arenevad, annab meile selge vastuse n. n. termodünaamika teine põhilause ehk energia hajumise seadus. Iseäranis iseloomulikuks selle seaduse juures tuleb pidada seda, et ta sihti näitab, milles arenevad kõik nähtused; selles peitubki energia hajumise seaduse määratu suur tähtsus, mis temal on meie vaatlustele kättesaadava maailma osa tundmaõppimisel ja temast arusaamisel.

Meid ümbritsevate nähtuste ligem tundmaõppimine on meid väga tähtsa fakti ülesleidmisele viinud. On ilmsiks tulnud, et kõik nähtused võib jagada kahte suure liiki: ühed neist nimetame loomulikkudeks ehk positiivseteks, teised ebaloomulikkudeks ehk negatiivseteks. Loomulikkude nähtuste iseäraldus seisab selles, et nad võivad sündida „iseenesest“, kui selleks takistusi ei ole. Toome mõne näituse. Lõpmata hulgal juhtumistel võib tähele panna, et soojus tekib töö tagajärjena, kusjuures see töö tehti mõne teise energia tagavara kulul. Iseäranis sagedasti võib tähele

panna, et nähtava liikumise kineetiline energia moondub soojuseks. Oletame, näituseks, et me vaatleme pöörlevat hooratast; kui tema ta enese hooleks jätta, jääb ta viimaks seisma; kõik tema liikumise jõud moondub iseenesest soojuseks võlli hõõrumise mõjul vastu laagrit, osalt ka hooratta enese hõõrumise mõjul vastu õhku. Ehk jälle liikuv keha jookseb mõne paigaloleva takistuse vastu, näituseks, langeb maa pääle ehk pörkab vastu seina; ka sel juhutamisel kaob ära liikumise jõud ja „iseenesest“ tekib soojus. Üleüldse tekib iga hõõrumise juures, iga pörkamise juures ära kulutatud tööst alati soojus.

Teiseks näituseks loomuliku protsessi kohta võtame soojuse ülemineku soemast kehast külmemasse; see üleminek sünnib iseenesest kehade kokkupuutumise teel (soojuse juhita-vus) ehk kiirgamise abil, nagu, näituseks, maa-keras soendamine päikesest.

Viimase näitusena võtame diffusiooni, s. o. kahe üksteisega kokkupuutuva aine pikaldase üksteise sisse tungimise. Siia kuuluvad kõva keha lahumine vedelikus, pikaldane gaaside segunemine j. n. e.

Ebaloomulikud protsessid on oma sihi poolest otse vastupidised loomulikkudele protsessidele. Nad ei sünni kunagi iseenesest, mis veel sugugi ei tähenda, et nad üleüldse võimalikud ei ole. Ebaloomulikkude protsesside hulka kuulub, näituseks, soojuse kulutamine töötegemiseks, kusjuures töötegemise resultaadina ilmub uus tagavara mõnda teist energiat. Et see protsess võimalik on, seda tõendab iga aurumasin. Et ta aga ilmaski iseenesest ei sünni, seda tõendas kõige enne prantsuse in-

seneer Sadi Carnot (loe karnoo) a. 1824. Samuti on ka võimalik võtta soojust külmemast kehast ja soemale edasi anda; selleks on tarvilikud kaunis keerulised võtted, mida me siin ei hakka kirjeldama. Kaht segunud gaasi võib uuesti üksteisest ära lahutada, niisama ka lahunud keha lahust ära eraldada; kuid see on jällegi võimalik kunstlikeude, enam-vähem keeruliste abinõude varal. Küsime nüüd: missugustel tingimistel on võimalik ebaloomulik protsess, mis ehk küll kahtlemata võib juhtuda, kuid mille kohta me siiski teame, et ta iseenesest ilmiski ei sünni? Selle pääle annavad vastuse kaks järgmist kindlasti tõendatud väidet.

I. Võimata on leida niisugust protsesside kombinatsiooni, mille ainukeseks tagajärjeks oleks ebaloomulik protsess.

II. Ebaloomuliku protsessi kaasas peab käima alati loomulik protsess; võiksime ütelda, et ebaloomuliku protsessi peab loomulik protsess kompenseerima, tasuma. Näituseks, me võime aurumasina abil teostada ebaloomuliku protsessi, moondades soojust tööks. Kuid see kompenseeritakse, tasutakse samal ajal sündiva loomuliku protsessiga, nimelt soojuse voolamisega kuumast katlast jahutajasse ja ümberolevasse õhku. Lõpmatud soojuse tagavarad, mis peituvad õhus, vees ja maapinnas, ei saa meile mingit kasu tuua. Mingisuguste abinõudega ei saa meie neid suuri soojuse tagavarasid ära kasutada töö tegemise otstarbeks, sest nende temperatuur on peaaegu ühesugune ja järjekult pole võimalik tarviliseks kompensatsiooniks, tasuks, soojuse üleminek soemast kehast külmemasse.

Iseenesest mõista, et kompensatsiooni suurus igal üksikul juhtumisel on kindlate kvantitatiivsete seaduste järele ära määratud; nõnda, näituseks, antud soojuse hulga kulutamine tööt tegemiseks peab kompenseeritama kindlasti määratud soojuse hulga üleminekuga soemast kehast külmemasse. Ligemalt tähele panna neid kvantitatiivseid vahekordi meie siin ei saa. Mis öeldud soojuse ülemineku kohta tööks, see on täiel määral maksev ka iga teise ebaloomuliku protsessi kohta; kõik nad peavad kompenseeritama, nagu räägitakse, „ekvivalentsete“ loomulikkude protsessidega. Toome veel viimase näituse: soojust võib juhtida külmemast kehast soemasse, ja koguni mitmel viisil. Kuid iga kord tuleb siin ilmsiks, et see ebaloomulik protsess peab kompenseeritama temale ekvivalentse loomuliku protsessiga, näituseks, samal ajal sündiva töö moondumisega soojuseks.

Me võime loomulikud protsessid, mis igal pool ja alata iseenesest arenevad, piltlikult enesele ette kujutada kui sammud, mis teatud sihis edasi astutakse; siis peame ütleva, et edasiviivad sammud igal pool ja alata iseenesest astutakse; kuid iga sammu kaasas, mis tagasi astutakse, käib temaga ekvivalentne samm edasi. Nii tuleb välja, et kunagi ei ole meil tagasiliikumist, on ainult olemas üks alaline pidev liikumine edasi ja õige harvadel juhtumistel erandina tulevad ette koha pääl paigalolemised, kus sünnivad teineteist vastastikku kompenseerivad positiivsed protsessid.

See näitab meile, et kõige üle, mis meie ümber olevas maailmas sünnib, valitseb kindlasti äramääratud t e n d e n t s, kalduvus. Teise põhilause päämõte seisabki selles, et ta seda

tendentsi meile näitab. Mitmed suured teaduseuurijad, nagu Clausius, lord Kelvin, Planck; Pfaundler, Boltzmann, on katsunud anda lühikese kokkuvõtte selle tendentsi päämõtte äramääramiseks.

Kõige lihtsam neist äramääramistest on W. Thomsoni poolt ette pandud (pärast oli tema nimi lord Kelvin, suri 1907. a.): Kõikidel energia liikidel on kalduvus moonduda soojuseks, see viimane aga jaguneda ühtlaselt ja lõppude lõpuks kiirguda maailma ruumi. Kõik energia põnevuste vahed püüavad tasanduda. Boltzmanni suuremata teenuseks tuleb pidada tõendust, et see tendents on aine molekulaarehitusega seotud.

Nõnda siis, teine põhilause näitab meile, et kõik meie vaatlemistele kättesaadavad maailma protsessid arenevad ühes kindlasti äramääratud sihis; sellepärast võib ka mõista seadust, milles see tendents avaldub, kui maailma, universumi evolutsiooni ehk edenemise seadust.

Energia jäädavuse seadus õpetab meid aru saama, et maailm ei ole mitte kaaos, et nähtuste maailm käib muutmatute, igaveste kvantitatiivsete seaduste järele, et on olemas maailma kord.

Energia hajumise seadus näitab meile, et maailm on organismi sarnane, mis edeneb kindlasti äramääratud sihis, et nähtuste maailma juhib muutmatu igavene edenemise seadus.

Mis saab siis lõpuks? Missugune on see lõpusiht, kuhu poole maailma edenemine tüürib? Seda küsimust vastates tuleb kindlasti

vahet teha kahe täitsa lahkumineva juhtumise vahel!

Kõige esiti paneme tähele mistahes suurt, kuid mõtteliselt kindlasti piiratud, maailma osa, näituseks kõike meie vaatlemistele kättesaadavat maailma osa kunni kõige kaugemate udustikkudeni. Selle mõtteliselt piiratud maailma lõpulik olek on täitsa selge ja kindel: Kõik energia liigid moonduvad soojuseks; kõik temperatuuride vahed kaovad ära; jõuab kätte täieline tardumus, liikurnatus. Paratamata ligineb niisugusele lõpule täiesti piiratud maailma osa; kas ta ükskord ka tõepoolest sinna jõuab, see on teine küsimus, mille lahendamisel peab arvesse võtma, et edaspidine protsess muutub järjest ikka aeglasemaks ja aeglasemaks, mida ligemale lõpule jõutakse, mida väiksemaks lähevad temperatuuride vahed, mida tasasemaks liikumised.

Vahel avaldatakse arvamist, et kahe ära- jahtunud taevakeha kokkupõrkamisel võib vabandada niisugune määratu hulkk soojust, mille mõjul antud kehad hõõgama hakkaksid, võib olla, koguni auruks muutuksid; niiviisi jõuaksid need taevakehad oma algolekusse tagasi ja terve protsess võiks uuesti algada. Kuid ainult täieline mitte arusaamine küsimuse põhimõttest võib sarnastele mõttemõlgutustele maad anda: oleks ju ometi määratu suurte ainehulkade liikumise moondumine soojuseks, kui loomulik protsess, hiiglasammuks edasi selles sihis, milles teise põhilause järele maailm edeneb. On selge, et esialgset olekut, milles kunagi olid kokkupõrkavad külmad taevakehad, ei saa enam iialgi tagasi, sest need määratu suured soojuse

hulgad, mis nad kaotanud oma eluea aastamiljonite jooksul, on nendele jäädavalt kadunud.

Hoopis teistsuguse lõpuresultaadi saame, kui mõtteliselt piiratud maailma osast asume lõpmata maailma käsitamisele. Ainult küsimuse täielise mitteamusaamise juures, meie äratundmise võirne piiride mitteteadmisel võib katsuda laiendada teist põhilauseid kõige maailma kohta ja rääkida maailma, universumi lõpust, mis olevat energia hajumise seaduse paratamatu tagajärg. Meie vaatlustele kättesaadav maailma osa ei moodusta, võib olla, ühte aatomitki lõpmata maailmast, universumist ja sellepärast ei või ka ühe osa omaduste põhjal otsustada terve maailma omaduste üle, mis meie mõistmisele (äratundmisele) kättesaamatuks jäävad. Väita ei või meie midagi, kuid meil on täieline õigus oletada, et nende tundmatute maailma omaduste hulgas peitub niisuguste nähtuste algallikas, mis päästavad meie väikese maailma energia hajumise tagajärgedest.

Selgituseks.

Terminologia suhtes on selles raamatukeses käidud [redacted] ja O. Sulla poolt ilmunud Füüsika sõnastiku järele. Lugemise kergendamiseks ja arusaamatuste ärahooldmiseks on allpool tähtsamad raamatukeses ettetulevad mõisted Eesti ehk võõra keele abil ligemalt ära määratud.

- aine — вещество, матерія, Stoff.
deformeerima — kuju muutma.
ekvivalent-, -ne — ühevääriline.
energia — jõud.
hajumine — laialilaotumine, разсыяние, Zerstreung.
hõõguv — раскаленный, glühend.
jõud — energia.
kann — поршень, Kolben.
kiirgama — kiiri välja saatma, излучать, strahlen.
kineetiline — liikumise-.
kohäsioontungid — tungid, mis aine osakesi üksteisega seovad.
kompensatsioon — tasu, vastutasu.
kvantitatiiv-, -ne — hulgaline.
maailm — вселенная, Universum.
moodustama — образовывать, bilden.
moondama — превращать, verwandeln.

protsess — muutumiste kogu, mis antud nähtuse moodustab.

põhilause — начало, Grundsatz.

termodünaamika — õpetus soojusest.

tung — сила, Kraft.

universum — maailm, kõik, mis üleüldse olemas.

ületama — ära võitma, преодолевать, überwinden.

24

—

A-7028